第 37 卷第 13 期
2017 年 7 月

生　态　学　报
ACTA ECOLOGICA SINICA

Vol.37,No.13
Jul.,2017

DOI: 10.5846/stxb201504100725

陈晓舒,赵同谦,李聪,郑华.基于不同利益相关者的水电能源基地建设经济损益研究——以澜沧江干流为例.生态学报,2017,37(13):4495-4504.

Chen X S, Zhao T Q, Li C, Zheng H.Economic cost-benefit analysis of a hydropower development project based on different stakeholders: A case study of Lancang River, China.Acta Ecologica Sinica,2017,37(13):4495-4504.

基于不同利益相关者的水电能源基地建设经济损益研究

——以澜沧江干流为例

陈晓舒[1,2],赵同谦[1],李　聪[3],郑　华[2,*]

1 河南理工大学, 焦作　454000

2 中国科学院生态环境研究中心,城市与区域生态国家重点实验室, 北京　100085

3 西安交通大学经济与金融学院, 西安　710061

摘要:水电开发将在局地、区域以及全球尺度上产生一系列的影响,明确这些尺度上利益相关者的成本效益、合理分配水电开发利益是减少水电开发不利影响、促进水电资源可持续利用的关键。以澜沧江干流水电能源基地建设为背景,从开发企业、移民农户、澜沧江流域政府及全球利益相关者 4 个利益相关者角度,选取经济、生态环境和移民生计指标对水电开发的利益再分配进行评估,结果显示:尽管水电开发总体效益大于成本,比例为 4.27:1,且水电开发所涉及的开发企业、政府流域及全球利益相关者所获得的利益大于成本,成本效益比例分别为 1:3.93、1:3.10、1:13.11;但移民农户成本却大于效益,比例为 1.48:1。水电开发企业等利益主体应增加生态补偿强度,才能确保移民农户的净收益不降低。该研究表明:不同利益相关者分析有助于了解成本效益分配,清晰展示利益流向,减少开发项目中的不利影响,结果可为协调水电能源开发利用与流域可持续发展提供科学依据。

关键词:澜沧江;水电开发;利益相关者;生态系统服务功能;经济损益分析

Economic cost-benefit analysis of a hydropower development project based on different stakeholders: A case study of Lancang River, China

CHEN Xiaoshu[1,2], ZHAO Tongqian[1], LI Cong[3], ZHENG Hua[2,*]

1 *Henan Polytechnic University, Jiaozuo* 454000, *China*

2 *State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100085, *China*

3 *School of Economics and Finance, Xi'an Jiaotong University, Xi'an* 710061, *China*

Abstract: Hydropower is one of most widely used means of energy generation. Although it is being increasingly adopted worldwide, the impacts of hydropower development vary at local, regional, and global scales. To reduce the negative effects and promote sustainability of hydropower development, it is essential to identify the costs and benefits of these projects, and to determine a reasonable distribution of profits among stakeholders. The costs and benefits of hydropower development for different stakeholders depend on the ecosystem services available to each of them. Ecological changes produce different opportunity costs for stakeholders in terms of their livelihood and development. Thus, cost-benefit analysis is a key tool for

基金项目:国家自然科学基金面上项目(71673219)

收稿日期:2015-04-10;　　**网络出版日期**:2017-02-23

* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: zhenghua@ rcees.ac.cn

evaluating the sustainability of a hydropower construction project. Lancang River is a well-known international river that is rich in water resources. In China, it is an important energy base for the strategic objectives of the "Bonanza" and "West-East Gas Transmission" initiatives, with the Lancang River considered to have great developmental potential. Therefore, we selected the Lancang River central stream hydropower development project for the present study. Evaluation indexes were based on the availability of data and were utilized to assess the reallocation of hydropower development benefits among four stakeholders: enterprises, migrant farmers, local government, and global beneficiaries. An index system was established to reflect and compare the costs and benefits for the different stakeholders; data were converted into Chinese yuan for ease of comparison. Spending costs by enterprises included construction investment and operating costs, whereas the benefits mainly accrued from power generation. The costs for migrant farmers comprised relocation fees and income loss; benefits included resettlement subsidies and reduced spending on electricity use. For the local government, the main cost was the lost value of ecosystem services due to flooding, and, in addition to the environmental benefits and potential economic value of hydropower development, the benefits included land compensation paid by enterprises. The main cost for global beneficiaries was the lost value of ecosystem services, and the main benefit was the environmental value of alternative energy. The results of the cost-benefit analyses were as follows. In the construction of the hydropower development, the total cost to enterprises was 9.91 billion yuan/year, and the total benefit was 38.91 billion yuan/year. The cost for migrant farmers was 0.06 billion yuan/year, and the benefit was 0.04 billion yuan/year. The cost for local government was 0.74 billion yuan/year, and the benefit was 2.28 billion yuan/year. The cost for global beneficiaries was 0.51 billion yuan/year, while the benefit was 6.65 billion yuan/year. Therefore, the overall benefits of the project exceeded the overall costs in a 4.27:1 ratio. The cost-benefit ratios for enterprises, local government, and global beneficiaries were 1:3.93, 1:3.10, and 1:13.11, respectively; thus, the benefits of hydropower development exceeded the costs for these stakeholders. However, the costs exceeded the benefits for migrant farmers at a ratio of 1.48∶1. To maintain the farmers' net income, enterprises, local government, and global beneficiaries would need to increase the amount of eco-compensation paid. The results reveal that conducting separate cost-benefit analyses clarifies the effects as well as the flow of profits derived from such projects for different stakeholders, and can be utilized to reduce the negative impacts of hydropower developments.

Key Words: Lancang River; hydropower development; stakeholder; ecosystem services; cost-benefit analysis

水电是人类利用较为广泛的清洁可再生资源,一方面为人类带来经济发展及一定环境效益的同时[1-2];另一方面也对社会、经济及生态环境造成一定的不利影响,如超支和债务负担、移民和致贫、改变生态系统和破坏渔业资源等[3-5]。水电开发的实际成本是多少,支付及获益的对象是谁,这些问题成为水电开发最受争议的问题[3]。较多的研究从整体和长期角度对水电开发的生态环境及社会经济进行成本效益分析,如赵同谦等[6]对怒江研究及赵小杰等[7]对雅砻江的研究得到整体的成本效益比例,虽能有效评价水电开发对生态环境影响却忽略了水电开发中利益重分配所带来的潜在问题。分析水电开发过程中不同利益相关者之间的利益再分配,是评价水电开发是否具有可持续发展潜质的关键所在。

不同利益相关者依赖着不同时间和空间尺度上的生态系统所提供的服务功能来维持生存和发展,同时所承担由生态系统改变所带来的机会成本不同,从而对利益相关者的生计产生不同的影响[8-9]。不同利益相关者在项目建设中的成本效益的再分配对评估项目是否具有可持续性具有十分重要的意义。一方面,通过评估在项目建设过程中不同利益相关者的成本效益分配情况可以清晰的看出项目建设所能带来的潜在矛盾,例如,因生态环境补偿及修复措施投入不足而产生不良影响[9-10],因较少估算对移民农户的补偿措施而导致农户因生计质量下降而产生社会矛盾[11-12]等。另一方面,通过对不同利益相关者情况了解可以为生态补偿措施提供较为良好的依据[13]。从国内外目前的研究来看,虽然生态环境及生计问题在项目建设评估中越来越受到关注,但从不同利益相关者角度分析的研究还相对较少。

本文以澜沧江干流水电开发基地建设为评价对象,从水电开发企业、移民农户、流域政府及全球利益相关者四个不同利益相关者角度,在空间尺度(局地、流域及全球)和时间尺度上对水电开发项目中各个利益相关者受到的成本及效益的影响进行分析,为均衡各利益群体利益,实现多赢和区域可持续发展提供依据。

1　澜沧江干流水电能源基地建设概况及研究方法

1.1　研究区概况及水电开发规划

澜沧江位于东经 94°—107°、北纬 10°—34°之间,河道总长 2161.1km,是发源于我国境内的著名的国际河流,流域面积 16.46 万 km^2,出境处多年平均流量约为 $2350m^3/s$,天然落差约为 4583m。由北向南纵跨 13 个纬度,山地起伏变化大,气候差异明显,气温及降水量一般由北向南递增。流域对全球气候变化十分敏感,是气候变化及其影响作用的主要征兆表现地区之一。

根据 2003 年全国水力资源复查结果,澜沧江全流域水力资源理论蕴藏量平均功率 35890.9MW,年电量 3144.04 亿 kWh,是我国水能资源开发的"富矿"及"西电东送"战略目标的重要能源基地之一,且开发条件较好。根据《澜沧江干流水电梯级开发环境影响评价及对策研究报告》[14](后文简称《报告》),暂时确定了"三库十九级"(图 1)梯级水电站的实施方案。依次为侧格、约龙、卡贡、班达、如美、古水、乌弄龙、里底、托巴、黄登、大华桥、苗尾、功果桥、小湾、漫湾、大潮山、糯扎渡、景洪和橄榄坝。总装机规模 28316MW,保证出力 10395MW,多年平均发电量 1297 亿 kWh。

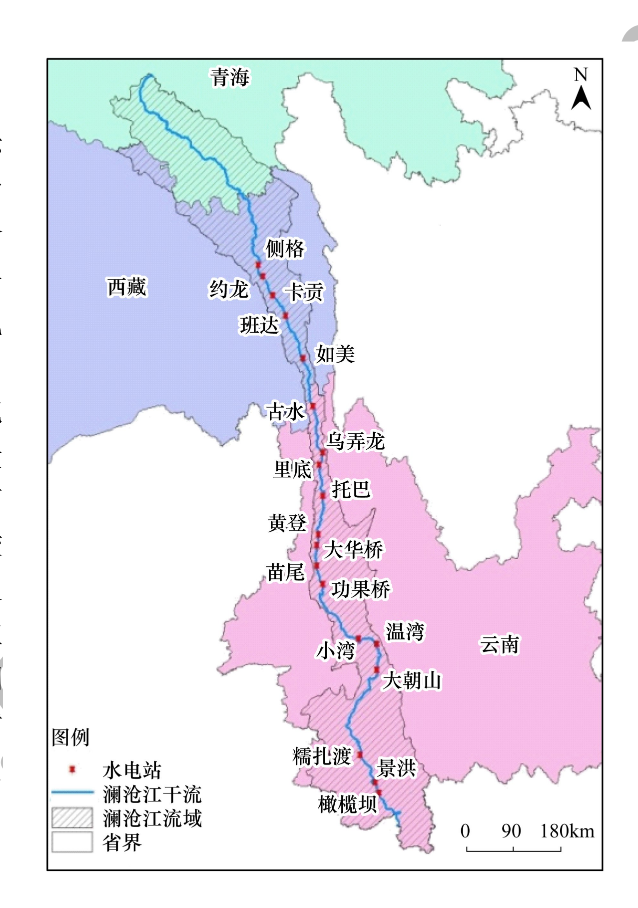


图 1　澜沧江干流水电基地建设位置分布

Fig.1　Location of reservoir projects on Lancang River

目前澜沧江中下游梯级水电站建设正逐步实施,已建成投产的有漫湾、大潮汕、景洪和小湾、糯扎渡和功果桥水电站工程,其余梯级电站分别处于不同深度的设计、建设阶段。澜沧江各梯级水电站主要工程技术指标如表 1 所示。

表 1　澜沧江干流水电能源基地建设主要技术指标

Table 1　Technical indexes of reservoir project construction on Lancang River

序号 ID	水电站名称 Reservoir name	正常蓄水位 Normal water level /m	总库容 Capacity of reservoir/ 10^8m^3	调节库容 Adjustable capacity of reservoir/ 10^8m^3	装机容量 Generating Capacity/MW	多年平均发电量 Electricity generation/ 10^8kWh	移民 The amount of resettlement/人
1	侧格	3194	0.28	0.1	129	6.36	80
2	约龙	3146	0.23	0.007	120	5.97	98
3	卡贡	3104	0.92	0.12	240	12.64	179
4	班达	3054	9.67	3.34	1000	52.34	567
5	如美	2895	36.68	23.49	2100	104.67	2024
6	古水	2265	17.98	6.72	1800	82.42	3478
7	乌弄龙	1943	2.65	0.37	1200	57.5	1159
8	里底	1818	0.75	0.14	420	19.52	549
9	托巴	1735	13.36	2.58	1400	63.73	4978

续表

序号 ID	水电站名称 Reservoir name	正常蓄水位 Normal water level /m	总库容 Capacity of reservoir/ $10^8 m^3$	调节库容 Adjustable capacity of reservoir/ $10^8 m^3$	装机容量 Generating Capacity/MW	多年平均发电量 Electricity generation/ $10^8 kWh$	移民 The amount of resettlement/人
10	黄登	1619	16.7	8.28	1900	85.78	2721
11	大华桥	1479	—	0.51	800	38.4	2211
12	苗尾	1408	7.22	1.59	1400	64.68	3523
13	功果桥	1307	3.16	0.49	900	41.91	2984
14	小湾	1240	151.32	98.95	4200	188.9	—
15	漫湾	994	10.6	2.57	1605	78	3513
16	大朝山	899	8.9	—	1350	70.2	—
17	糯扎渡	812	237.03	113.35	5850	239.12	46009
18	景洪	602	11.39	3.09	1750	76.2	6053
19	橄榄坝	539	5.17	0.31	155	8.711	1157
	合计 total	—	534.01	266.007	28319	1297.051	81283

* 根据《澜沧江干流水电梯级开发环境影响评价及对策研究报告》整理所得

1.2 研究方法

1.2.1 评价指标体系

水电站涉及开发企业、移民农户、流域政府及全球利益相关者四个利益相关者,考虑数据的可获取性,对四个利益相关者成本效益指标进行筛选,形成表 2 所示的指标体系,指标体系中大部分指标具有累积性,以此在时间尺度上对成本效益进行分析。

表 2 澜沧江干流水电能源基地建设不同利益相关者经济损益评价指标体系

Table 2 Index assessment system of main stream hydropower development projects′ economic impacts on Lancang River for different stakeholders

	成本 Cost	效益 Benefit
开发企业 Enterprise	水电开发建设投资	发电量收益
	水电站运行费用	
移民农户 Migrant farmer	搬迁安置成本	开发企业对移民的安置补贴
	移民前后收入减少量	用电补贴
流域政府 Government	营养物质循环服务功能价值损失	开发企业对流域土地淹没补偿
	涵养水源服务功能价值损失	调节小气候服务功能效益
	净化水质服务功能价值损失	调蓄洪水服务功能效益
	土壤保持服务功能价值损失	提高农田灌溉率所增加的收益
	生物多样性维持服务功能价值损失	开发企业的环保措施对流域环境改善效益
	潜在经济效益(旅游/水产养殖)	
全球利益相关者 Global beneficiaries	固碳释氧服务功能价值损失	能源替代效益
	温室气体控制服务功能价值损失	

1.2.2 评价方法

(1)开发企业成本-效益分析

开发企业成本包含在水电站建设投资及水电站运行成本。

(ⅰ)水电站建设投资成本

$$C_1 = SI \tag{1}$$

式中,C_1为水电站建设投资成本(亿元),SI 为水电站建设静态总投资,为 2211.45 亿元[14]。

(ⅱ)水电站运行成本

$$C_2 = Q_1 \times v_1 \tag{2}$$

式中,C_2为水电站运行成本(亿元/a),Q_1为水电站多年平均发电量,为 1297.45 亿 kWh,v_1为运行成本 0.065 元/ kWh [14]。

开发企业效益主要为发电量收益,估算如下:

$$B_1 = Q_1 \times \mu_1 \tag{3}$$

式中,B_1为发电量收益(亿元/a),Q_1同(2),μ_1为上网电价,0.3 元/kWh[14]。

(2)移民农户成本-效益分析

移民农户成本包括搬迁安置成本及移民前后收入减少量。

(ⅰ)搬迁安置成本

$$C_3 = S_1 \times n/4 \times v_2 + v_3 \times n/4 + v_4 \times n/4 \tag{4}$$

式中,C_3为农户搬迁成本(亿元),n 为移民总人口数,81283 人[14](4 为每户平均人数[15]),S_1为户均住房面积,取 60m^2[15-16],v_2 为平均商品房价,取 2374.91 元/m^2[15-16],v_3为每户搬迁费用,取 3100 元/户[17],v_4为搬迁损失,4310 元/户[17]。

(ⅱ)移民前后收入减少量

$$\left.\begin{aligned} C_4 &= \sum_{j=1}^{2}(C_{exj} - C_{afj}) \\ C_{ex1} - C_{af1} &= \sum_{i=1}^{2}[n_i \cdot v_i[1-(1-r)]] \\ C_{af2} &= \sum_{i=1}^{2} n_i' \cdot (v_i - v_i') \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

式中,C_4为移民前后收入减少量(亿元/a),C_{ex}为移民前纯收入,C_{af}为移民后纯收入,j 为移民类型(1 是集中安置类型,2 是外迁类型),n_i 为集中安置移民人口数,i 为省份(1 是云南,2 是西藏),r 为产量减少率,取 17.2%[18],n_i'为外迁人口数,v_i是农民人均纯收入(亿元/a),v_i'为全省人均收入(亿元/a)。

移民农户效益,包括开发企业对移民农户的安置补贴及用电补贴。

(ⅰ)开发企业对移民农户的安置补贴

$$B_2 = 3.5\% \times SI \times 80\% \tag{6}$$

式中,B_2为企业对移民的安置补贴(亿元),SI 同(1),3.5%[14]为企业淹没补贴占总投资比例,80%[14]为移民安置补贴占总补贴比例。

(ⅱ)用电补贴

$$B_3 = q \times \Delta\mu \times n/4 \tag{7}$$

式中,B_3为移民用电补贴(亿元/a),q 为农村每户每月用电量(kWh),平均为 40kWh,$\Delta\mu$ 为水电开发前后用电价格差,0.15 元/kWh,$n/4$ 同(3)。

(3)澜沧江流域政府成本-效益分析

澜沧江流域政府成本主要包括营养物质循环服务损失、涵养水源服务损失、净化水质服务损失、土壤保持服务损失、生物多样性维持服务损失。

(ⅰ)营养物质循环服务损失

$$C_5 = (k + \mu + \lambda) \times Q_2 \times p_1 \tag{8}$$

式中,C_5为淹没区损失营养物质循环服务功能价值[7](亿元/a),Q_2为淹没区植被损失的净初级生产力和养分含量,822355.11t/a,κ、μ、λ 分别为 N、P、K 的平均含量百分比(0.42%,折合 P_2O_5 0.17%,0.21%),p_1为我国平均化肥价格,2549 元/t[19]。

(ⅱ)涵养水源服务损失

$$\left.\begin{aligned} W &= (R - E) \times A = \theta \times R \times A \\ C_6 &= W \times p_2 \end{aligned}\right\} \tag{9}$$

式中，C_6损失涵养水源服务功能价值[20]（亿元/a），W 为涵养水源量（m^3/a），θ 为径流系数，取 0.37[14]，R 为平均降雨量（mm/a），900mm/a，A 为研究区植被面积（hm^2），p_2为建设水库库容投入成本，0.67 元/m^3[21]（按 8% 社会折现率这算后取 1.56 元/m^3）。

（ⅲ）净化水质服务损失

$$C_7 = W \times p_3 \tag{10}$$

式中，C_7为净化水质服务功能损失价值[22]（亿元/a），W 同（9），p_3为云南省污水处理费指导标准 1 元/m^3。

（ⅳ）土壤保持服务功能损失

$$C_8 = Q_3 \times \sigma \times p_4 \tag{11}$$

式中，C_8为土壤保持服务功能损失价值（亿元/a），Q_3为淹没区增加的泥沙量（t/a），根据报告估算为 3.05×10^5t[14]，σ 为土壤容重 1.3g/cm^3，p_4为河道清淤价格，取 45 元/m^3。

（ⅴ）生物多样性保护功能损失

$$C_9 = a \times (p_5 + p_6) + n \times p_7 \tag{12}$$

式中，C_9为生物多样性保护功能损失价值（亿元/a），a 为淹没区森林面积（hm^2），p_5为森林单位面积游憩及生物多样性价值，400 美元/hm^2，p_6为全球社会性对我国森林资源保护的支付意愿，112 美元/hm^2（本文汇率均为 1:6.46）[23]，n 为在水电开发中受到严重威胁的鱼类种数，4 种分别为会裂腹鱼、后背鲈鲤、魾、兰坪鮡，p_7为设置保护区年运转成本，110 万元[6]。

澜沧江流域政府收益包括开发企业对流域淹没补偿、调节小气候服务效益、调蓄洪水服务效益、提高农田灌溉率所增加的收益、开发企业的环保措施对流域环境改善效益及潜在经济效益。

（ⅰ）开发企业对流域土地淹没补偿

$$B_4 = 3.5\% \times SI \times 20\% \tag{13}$$

式中，B_4为开发企业对流域土地淹没补偿（亿元），SI、3.5%同（1），20%[14]为企业对土地补偿占总补偿比例。

（ⅱ）调节小气候服务效益

$$B_5 = A \times (WE + WT) \times P_i \tag{14}$$

式中，B_5为调节小气候服务功能价值[24]（亿元/a），公式为修订的气候调节价值估算模型，A 为校正系数，即研究区域与地带性林区干旱指数比值，本研究为 1.02，WE 为研究区水汽蒸发量（m^3），$9.08 \times 10^8 m^3$，WT 为研究区植被水汽蒸腾量（mm），澜沧江流域为 1381.8mm[25]，P_i 为单位体积水汽通过蒸腾作用调节气候的价值，0.02 美元/m^3。

（ⅲ）调蓄洪水服务效益

$$B_6 = \sum_{i=1}^{n} \frac{q_i}{q_0} \cdot L \tag{15}$$

式中，B_6为调蓄洪水功能效益（亿元/a），i 为开发项目的 19 个水电站，q_i为第 i 个水电站库容（m^3），q_0为糯扎渡水电站库容（m^3），L 为糯扎渡水电站建成后防灾效益（该数据由国家电力公司昆明勘测设计研究院提供）（亿元/a）。

（ⅳ）提高农田灌溉率所增加的收益

$$B_7 = \sum_{i=1}^{n} 25\% \times S_2 \times v_i \tag{16}$$

式中，B_7为提高农田灌溉率所增加的收益（亿元/a），25%为增加灌溉后收益增加的比例[6]，S_2为增加灌溉的农田面积（hm^2），i 为省份包括西藏和云南，v_i为西藏或云南的单位面积农田产值（亿元/hm^2）.

(ⅴ)开发企业的环保措施对流域环境改善效益

$$B_8 = 10\% \times C_2 \quad (17)$$

式中,B_8为开发企业的环保措施对流域环境改善效益(亿元/a),C_2为水电站运行成本(亿元/a),10%为环保设备管理费用比例。

(ⅵ)潜在经济效益

$$B_9 = B_t + B_f = N \times B_0 + S_3 \times v_f \quad (18)$$

式中,B_9为潜在经济效益(亿元/a),B_t为增加旅游收益(亿元/a),B_f为增加水产养殖收益(亿元/a),N为水电站个数,19,B_0为橄榄坝水电站增加的旅游收益[26](亿元),S_3是淹没区增加水面积,v_f为单位面积水产养殖产值(亿元)。

(4)全球利益相关者成本-效益分析

全球利益相关者成本包括固碳释氧功能价值损失及温室气体控制功能价值损失。

(ⅰ)固碳释氧功能价值损失

$$C_{10} = Q_2 \times (\alpha \times p_8 + \beta \times p_9) \quad (19)$$

式中,C_{10}为固碳释氧功能损失价值[19](亿元/a),Q_2同(8),α为CO_2在1g植物干物质能固定的比例,1:1.63,β为O_2在1g植物干物质能固定的比例,1:1.2,p_8为中国造林成本,260.9元/tC,p_9为工业制氧成本,0.4元/kg。

(ⅱ)温室气体控制功能价值损失

$$C_{11} = Q_1 \times \gamma \times p_{10} \quad (20)$$

式中,C_{11}为温室气体控制服务功能损失价值[6](亿元/a),Q_1同(2),γ为IHA水库排放温室气体系数,40KtCO_2/TWh,p_{10}为RCG/Baily给出的损害估算值,12元tC^{-1} a^{-1}。

全球利益相关者收益主要为能源替代效益,计算公式为

$$B_{10} = Q_4 \times (a \times p_{11} + b \times p_{12}) \quad (21)$$

式中,B_{10}为能源替代效益[27](亿元/a),Q_4为多年平均发电量折合标煤量,4297万t,a、b分别为1t标煤燃烧产生C和SO_2的比例分别为6/11、0.02,p_{11}为造林成本价,260.9元/tC,p_{12}为治理SO_2的单位价格600元/t[28]。

(5)数据处理

本研究数据均以水电基地运营当年为基准年,不考虑建设期的损失。参照我国《建筑法》和ISO15686中规定,水利水电设计使用年限应按工程等级区别确定,澜沧江干流水电基地建设共有13个梯级水电站应属超大型水电工程,使用年限应大于150年。为统一指标体系中的单位,将一次性投入成本或补贴收益按照150年进行均摊,因此,开发企业建设投资成本为14.74亿元/a;移民农户搬迁安置成本为0.20亿元/a、补贴为0.41亿元/a;开发企业对土地淹没补偿为0.1亿元/a。

2　结果

澜沧江干流水电基地建设总成本包括开发企业建设投资及运行费用成本、移民农户搬迁安置及移民前后收入减少量、政府管理生态环境服务功能损失及全球利益相关者调节服务损失,总成本为112.07亿元/a。项目总效益包括开发企业发电量收益、移民农户移民补贴及用电补贴、政府效益以及全球能源替代效益,总效益为478.79亿元/a。澜沧江干流水电能源基地建设项目总的效益大于成本,成本效益比为1:4.27。

2.1　开发企业

开发企业成本为水电开发建设投资及水电站运行费用,总成本为99.05亿元/a;效益为发电量收益,总效益为389.12亿元/a;效益大于成本,成本效益比为1:3.93。

2.2　移民农户

移民农户成本为搬迁安置成本和移民前后收入减少量,总成本为0.61亿元/a;效益为企业对移民的安置补贴及用电补贴,总效益为0.4112亿元/a;成本大于效益,成本效益比为1.48:1。

2.3 澜沧江流域政府

澜沧江流域政府成本包括营养物质循环服务功能价值损失、涵养水源服务功能价值损失、净化水质服务功能价值损失、土壤保持服务功能价值损失以及生物多样性维持服务功能价值损失,成本共计 7.34 亿元/a;效益包括企业对流域土地淹没补偿、调节小气候服务功能效益、调蓄洪水服务功能效益、企业环保措施对流域环境改善效益以及潜在经济效益,如旅游及水产养殖,效益共计 22.79 亿元/a,效益大于成本,成本效益比例为 1:3.10。

表 3 澜沧江干流水电能源基地建设不同利益相关者经济损益评价结果

Table 3 Cost-benefit evaluation result of main stream hydropower development project on Lancang River for different stakeholders

利益相关者 Stakeholder	成本 Cost			效益 Benefit		
	评价指标 Index contents	单位 Unit	结果 Result	评价指标 Index contents	单位 Unit	结果 Result
开发企业 Enterprise	水电开发建设投资	亿元/a	14.74	发电量收益	亿元/a	389.12
	水电站运行费用	亿元/a	84.31			
移民农户 Migrant farmer	搬迁安置成本	亿元/a	0.20	开发企业对移民的安置补贴	亿元/a	0.41
	移民前后收入减少量;	亿元/a	0.41	用电补贴	亿元/a	0.0012
澜沧江流域-政府 Government	营养物质循环服务功能价值损失	亿元/a	3.35	开发企业对流域土地淹没补偿	亿元/a	0.10
	涵养水源服务功能价值损失	亿元/a	2.15	调节小气候服务功能效益	亿元/a	1.19
	净化水质服务功能价值损失	亿元/a	0.14	调蓄洪水服务功能效益	亿元/a	0.07
	土壤保持服务价值损失	亿元/a	0.17	提高农田灌溉率所增加的收益	亿元/a	4.74
	生物多样性维持服务功能价值损失	亿元/a	1.53	开发企业的环保措施对流域环境改善效益	亿元/a	8.43
				潜在经济效益(旅游/水产养殖)	亿元/a	8.26
全球利益相关者 Global beneficiaries	固碳释氧服务功能价值损失	亿元/a	4.90	能源替代效益	亿元/a	66.47
	温室气体控制服务功能价值损失	亿元/a	0.17			
项目 Total	总成本	亿元/a	112.07	总效益	亿元/a	478.79

2.4 全球利益相关者

全球利益相关者成本包括固碳释氧服务功能损失及温室气体控制服务功能损失,总成本为 5.07 亿元/a;效益主要是能源替代效益,共计 66.47 亿元/a;效益大于成本,成本效益比例为 1:13.11。

3 讨论

本文从受水电开发影响的利益相关者着手,将水电开发对经济、生态环境及移民生计的影响分别体现在处于不同空间的不同利益相关者的成本效益变化上,更加具体明了地展示水电建设过程中的损失、效益流向并回答了水电建设中最受关注的“谁支付”及“谁获益”的问题。相比较于已有的研究,如对怒江[6]、雅砻江[7]等流域水电站建设评估研究,虽然在指标量化计算上多沿用已有研究的方法,但从结果上来看,怒江、雅砻江的研究是从整体上对水电开发对生态环境的有利影响及不利影响做出综合评价,虽然能够较为直观地表现工程对环境的影响,但并不能明确地展示有利及不利影响的具体承担者,而本研究通过对不同利益相关者进行分析,在得出总体获益的水电基地建设项目,所涉及的开发企业、流域政府及全球利益相关者的效益均大于成本,但是移民农户的成本却大于收益。基于利益相关者的成本效益评估对回答水电建设中成本效益流向、发掘利益相关者之间的矛盾更具有优越性。

众多研究与实践证明,水电建设的难点、重点以及成败都在移民,移民安置及移民农户生计的好坏直接影响当地社会稳定及水电站可持续发展。移民的目标不仅仅是“搬得出”,而关键是能否“稳得住”、“能致富”[29]。自然资本是农户赖以生存的重要资本,如果安置区的土地质量不能达到移民前的水平,会降低移民获得资本的可获得性从而可能引发移民寻找新的谋生行为,如毁林开荒、还耕等,引发新的环境破坏,阻碍水电站发展[30];另一方面,生计资本水平高低决定着农户的生计选择[19,31],移民初期移民农户获得的补偿往往会暂时用于建房搬迁、以及安置点基础设施没有完全跟进、商品与劳动市场发育程度低等影响农户生计资本状况[32],而导致新的贫困,从而增加社会矛盾、威胁区域安全,影响水电建设。为协调水电建设及农户生计、区域生态健康从而获得多赢可持续发展,因此建议:(1)按照“谁获益”“谁支付”的原则,加大水电建设受益相关者对移民农户的经济及政策补偿;(2)增强移民农户造血能力,引导农户合理开发及对资源的合理利用,为移民就业营造良好的外部环境,提供技术支持;(3)加强对移民农户的教育。

水电开发是一个复杂的过程,全面评估水电开发的影响也需要众多学科及技术上的支持,因此本研究具有不足之处:采用截面数据,不能进行动态变化分析;评估指标与方法受到数据可获取性影响,导致评估结果存在一定的不确定性。同时由于研究对象较多,水电基地建设对不同利益相关者的影响年限并不统一,且受研究方法局限,生态系统受到植被生长周期影响其损失与效益结果也会有所不同,因此在进行长期净效益计算的过程中受到了限制,在今后的研究中,会对数据进行进一步的收集,来完善长期净效益的分析研究。但从整体上看本研究从方法和结果上还是能够为今后多利益相关者评估研究及减少各利益相关者机会成本的措施研究提供参考,为政府保障区域经济发展、农户生计提高及生态环境保护的政策决议提供依据。

参考文献(References):

[1] Zarfl C, Lumsdon A E, Berlekamp J, Tydecks L, Tockner K. A global boom in hydropower dam construction. Aquatic Sciences, 2015, 77(1): 161-170.

[2] Tortajada C. Dams: an essential component of development. Journal of Hydrologic Engineering, 2015, 20(1): A4014005.

[3] The World commission on Dams. Dams and Development: A new framework for decision-making- The report of the World Commission on Dams. London Earthscan Publications Ltd, 2000.

[4] Bednarek A T. Undamming rivers: A review of the ecological impacts of dam removal. Environmental Management, 2001, 27(6): 803-814.

[5] Jager H J, Smith B T. Sustainable reservoir operation: Can we generate hydropower and preserve ecosystem values? River Research and Applications, 2008, 24(3): 340-352.

[6] 赵同谦, 欧阳志云, 郑华, 王效科. 水电开发的生态环境影响经济损益分析——以怒江中下游为例. 生态学报, 2006, 26(9): 2979-2988.

[7] 赵小杰, 郑华, 赵同谦, 王红梅. 雅砻江下游梯级水电开发生态环境影响的经济损益评价. 自然资源学报, 2009, 24(10): 1729-1739.

[8] Hein L, Van Koppen K, De Groot R S, Van Ierland E C. Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. Ecological Economics, 2006, 57(2): 209-228.

[9] 冉圣宏, 谈明洪, 吕昌河. 基于利益相关者的 LUCC 生态风险研究——以延河流域为例. 地理科学进展, 2010, 29(4): 439-444.

[10] 徐旌, 陈丽晖. 大型水电站建设的环境影响及生态修复——以云南漫湾水电站为例. 云南环境科学, 2005, 24(4): 14-18.

[11] 李小艳, 彭明春, 董世魁, 刘世梁, 李晋鹏, 杨志峰. 基于 ESHIPPO 模型的澜沧江中游大坝水生生物生态风险评价. 应用生态学报, 2013, 24(2): 517-526.

[12] 唐丽霞, 林志斌, 李小云. 谁迁移了——自愿移民的搬迁对象特征和原因分析. 农业经济问题, 2005, (4): 38-43.

[13] Hua Z, Robinson B E, Liang Y Cg, Polasky S, Ma D C, Wang F C, Ruckelshaus M, Ouyang Z Y, Daily G C. Benefits, costs, and livelihood implications of a regional payment for ecosystem service program. Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2013, 110(41): 16681-16686.

[14] 中国水电工程顾问集团公司. 澜沧江干流水电梯级开发环境影响评价及对策研究报告. 2012.

[15] 西藏自治区统计局, 国家统计局西藏调查总队. 西藏统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2012.

[16] 云南省统计局, 国家统计局. 云南统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2012.

[17] 曾富生, 朱启臻. 整村搬迁移民扶贫中存在的问题及对策. 西北农林科技大学学报: 社会科学版, 2006, 6(3): 9-13.

[18] 周嘉慧, 付保红. 云南大型水电工程后靠移民区耕地利用存在问题及对策——以漫湾电站为例. 热带地理, 2008, 28(6): 551-554.

[19] 中国生物多样性国情研究报告编写组. 中国生物多样性国情研究报告. 北京: 中国环境科学出版社, 1998.

[20] 薛达元, 包浩生, 李文华. 长白山自然保护区森林生态系统间接经济价值评估. 中国环境科学, 1999, 19(3): 247-252.

[21] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究. 生态学报, 1999, 19(5): 607-613.

[22] 余新晓, 秦永胜, 陈丽华, 刘松. 北京山地森林生态系统服务功能及其价值初步研究. 生态学报, 2002, 22(5): 783-786.

[23] 吕永晖. 北京: 中国科技论文在线. 水电建设移民长效补偿安置方式的生态环境效益研究. [2009-3-20]. http://www.paper.edu.cn/releasepaper/content/200903-795.

[24] 孔东升, 张灏. 张掖黑河湿地自然保护区生态服务功能价值评估. 生态学报, 2015, 35(4): 972-983.

[25] 任国玉, 郭军. 中国水面蒸发量的变化. 自然资源学报, 2006, 21(1): 31-44.

[26] 中国经济网. 云南景洪橄榄坝傣族园半年旅游收入超千万. [2009-06-25]. Http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/200906/25/t20090625_19393491.shtml.

[27] 高季章. 建立生态环境友好的水电建设体系. 中国水利, 2004, (13): 6-9.

[28] 肖建红, 施国庆, 毛春梅, 王敏, 邢贞相. 水坝对河流生态系统服务功能影响评价. 生态学报, 2007, 27(2): 526-537.

[29] 杨子生, 杨咙霏, 刘彦随, 贺一梅. 我国西部水电移民安置的土地资源需求与保障研究——以云南省为例. 水力发电学报, 2007, 26(2): 9-13.

[30] 李聪, 李树茁, 梁义成, 费尔德曼. 外出务工对流出地家庭生计策略的影响——来自西部山区的证据. 资源科学, 2010, 32(3): 547-556.

[31] 刘灵辉, 陈银蓉, 成楠, 刘晓慧. 紫坪铺水库移民安置土地调整的利益冲突问题. 资源科学, 2010, 32(3): 547-556.

[32] 李聪, 柳玮, 冯伟林, 李树茁. 移民搬迁对农户生计策略的影响——基于陕南安康地区的调查. 中国农村观察, 2013, (6): 31-44, 93-93.

